

# 非線形数理モデルの諸相：連続，離散，超離散，その先

開催時期 2014-08-06 12:20～2014-08-08 15:20

場所 九州大学 伊都キャンパス 数理学研究教育棟／マス・フォア・インダストリ研究所3F 大講義室1

## 非線形数理モデルの諸相：連続，離散，超離散，その先

Various aspects of nonlinear mathematical models: continuous, discrete, ultra-discrete, and beyond

URL:<https://sites.google.com/a/rikkyo.ac.jp/vanmm/home>

※ この研究集会はマス・フォア・インダストリ研究所 共同利用研究の公開プログラムです。

開催期間 2014年8月6日(水) ～ 8月8日(金)

開催場所 九州大学 伊都キャンパス 数理学研究教育棟／マス・フォア・インダストリ研究所3F 大講義室1

[伊都キャンパスへのアクセス](#), [伊都キャンパスマップ](#)

【プログラ 8月6日(水)  
ム】

(全13講演) 12:20 - 12:30 Opening Remarks

12:30 - 13:20

講演者：Ralph WILLOX [ウィロックス ラルフ] (東大数理)

講演《超離散化による自然現象のモデル化》

講演概要：

本講演の前半では、可積分系という分野から得られたテクニックに基づき、常備分方程式を用いる数理モデルの「超離散化」という数学的手法を紹介する。特に、この手法により、元の連続の数理モデルと同じ性質を持つセルオートマトン・モデルが構築できることに注目する。後半では、超離散 sine-Gordon 方程式などの可積分なセルオートマトン・モデルについての最新の研究結果をいくつか紹介する予定である。

13:30 - 14:20

講演者：松木平 淳太 (龍谷大学)

講演《粒子セルオートマトンの Max-Plus 代数による解析》

講演概要：

多くの1次元粒子セルオートマトンが max-min-plus 表現を持つことが最近わかってきた。その表現を得るときに大きな役割を果たすのは基本図である。さらに超離散 Cole-Hopf 変換によって得られた発展方程式から確率モデルが構築できることもわかってきた。一方、高次の保存量を持つCAとの関連もごく最近発見した。これらの現状についてまとめて報告する。

14:40 - 15:30

講演者：宇佐美 元宏 (リコー(株))

講演《電子写真設計プロセス革新のための粉体挙動シミュレータ開発》

講演概要：

複写機・レーザープリンタに代表させる電子写真機器設計において計算機シミュレーションの活用を考えると、電子写真特有のものとして、粉体挙動計算が必要となる。現在、離散要素法に電磁気的な作用力を組み込んだ現像剤挙動シミュレータが開発され、機器設計に活用されつつあるが、その適用範囲は限定的である。より広範な活用を実現するためには、粉体シミュレーションの大規模化・高速化が必要であり、その実現に有効な手段として、東工大TSUBAMEに代表される産業利用のために開放された国内の大規模計算機の利用が考えられる。本報告では、スパコンの利用など、将来の電子写真機器設計における計算機シミュレーションの可能性について概説する。

15:40 - 16:30

講演者：大槻 道夫 (島根大学)

講演《**粉体のジャミング転移の臨界的性質**》

講演概要：

散逸を持つ粒子の集合である粉体は、密度が低い場合は微小な応力で容易に流れる一方、密度が高い場合は剪断応力がしきい値（降伏応力）を超えない限り流動化しない。これらの密度による振る舞いの変化は、液体的な状態から固体的な状態へのある種の転移と考えられ、近年になってジャミング転移と呼ばれている。この転移点であるジャミング転移密度の近傍では、ダイナミクスや物性を含めて、様々な臨界的性質が観測される。こうした特異的な性質に関して、離散粒子シミュレーションや現象論によって明らかになってきた成果について発表する。

8月7日(木)

10:00 - 10:50

講演者：松家 敬介 (東京大学)

講演《**血管新生の数理モデル**》

講演概要：

血管新生とは、生体内で既存の血管から新しい血管が分岐し血管網が構築される現象のことである。新しい血管は、血管内皮細胞の増殖と遊走によって形成される。これまでに、血管内皮細胞の挙動の確率的モデル[杉原、西山他]が提案されており、本講演では、血管内皮細胞の挙動の決定論的なセルオートマトンモデルを提案し、既存のモデルとの比較を行う。さらに、血管網が形成される様子を表す微分方程式モデルについて解説する。

11:00 - 11:50

講演者：長山 雅晴 (北海道大学)

講演《**表皮構造の数理モデル**》

講演概要：

皮膚の持つ重要な機能としてバリア機能があり、この機能は角質層と角質細胞間を埋めている細胞間脂質が担っている。バリア機能が恒常的に維持されるための機構を数理的に理解するために表皮構造の数理モデル化を行い、バリア機能の恒常性について議論する。

13:30 - 14:20

講演者：松谷 茂樹 (キヤノン(株))

講演《**パーコレーション電気伝導の数理**》

講演概要：

連続パーコレーションモデルにおける電気伝導率の数値解析結果を示した後に、その背景にある数理科学的な構造（擬等角写像構造、フラクタル構造など）について紹介する。

14:30 - 15:20

講演者：岡野 大 (愛媛大学)

講演《**代用電荷法による等角写像の数値計算法**》

講演概要：

等角写像の数値計算に複素対数ポテンシャルの重ね合せを用いた代用電荷法を利用する方法は天野によって提案され、単連結・多重連結領域の様々な等角写像の問題に適用し、簡潔で高精度の近似写像関数を得ることのできる方法として発展している。講演では、この方法の基本的なアイデアと最近の成果にもとづく種々の問題の統一的な取り扱いについて述べる。

15:30 - 16:20

講演者：増田 哲 (青山学院大学)

講演《**離散冪函数の明示公式と諸性質**》

講演概要：

Bobenko らにより導入された離散冪函数が、第6パンルヴェ方程式の超幾何タウ函数を用いて明示的に表されることを示す。この事実は、離散冪函数を定める差分方程式系が、第6パンルヴェ方程式の Bäcklund 変換 (の一部) であることに由来する。Bobenko らによるもともとの定義では、離散冪函数の指数の値や定義域に対して強い制限が課されている。しかしながら、我々が得た明示公式から直ちにわかるように、指数については偶数を除く任意の複素数に、定義域については Riemann 面の離散類似にまで拡張できる。また、指数の実部が 1 に等しいとき、離散冪函数ははめ込みであることもわかる。

8月8日(金)

10:00 - 10:50

講演者：柳澤 大地 (東京大学)

講演《**セルオートマトンを応用した群集運動の研究**》

講演概要：

セルオートマトンは、人の排除体積効果を簡単に取り入れることができ計算速度も早いため、数多くの群集運動のシミュレーションに用いられてきた。本講演では、様々な群集運動の中でも特に活発に研究が行われてきた一方向流・双方向流・避難のこれまでの成果及びこれからの課題を紹介する。また、待ち行列理論にセルオートマトンの考え方を応用し、より現実的な待ち行列モデルを作成した研究にも触れる。

11:00 - 11:50

講演者：丸野 健一 (早稲田大学)

講演《**ソリトンと自己適合移動格子スキーム**》

講演概要：

特異性、多価性のある解を持つソリトン方程式 (WKB形式に属するソリトン方程式) の可積分性を保つ離散化を行うと、大変形が生じる領域に自動的に細かいメッシュを自動生成していく差分スキーム (自己適合移動格子スキーム, self-adaptive moving mesh scheme) が自然に導出される。自己適合移動格子スキ

一ムの背後にはホドグラフ変換と呼ばれる保存則と深く関連する座標変換があり、ホドグラフ変換を離散化することが自己適合移動格子スキームの鍵となる。このとき離散化した保存則の保存密度が自己適合移動格子スキームの格子間隔になり、このことによって自己適合移動格子スキームは非常に精度のよい数値計算法となる。講演では自己適合移動格子スキームの構築法と数値計算例、離散微分幾何との関連、非可積分系に対する自己適合移動格子スキームを解説する予定である。

13:30 - 14:20

講演者：高崎 金久 (近畿大学)

講演《**溶解結晶模型の可積分構造**》

講演概要：

溶解結晶模型は3次元ヤング図形で定式化される統計力学的模型であり、位相的弦理論や位相的不変量の観点からさまざまな拡張も考えられる。この模型の背後にはKP階層や戸田階層で記述される可積分構造が隠れている。最近ではAblowitz-Ladik (相対論的戸田) 階層やその一般化と関係する模型もあることがわかってきた。

14:30 - 15:20

講演者：辻本 諭 (京都大学)

講演《**オートマトンに付随する遷移作用素のスペクトル解析について**》

講演概要：

2状態オートマトンによって記述される点灯夫群と箱玉系について、付随する遷移作用素間の関係を明らかにすることでそのスペクトルが一致することを示す。さらに3状態オートマトンに対しても考察を加える。

ホームページ 詳しくはホームページ

ジ <https://sites.google.com/a/rikkyo.ac.jp/vanmm/home>

をご覧ください。